

**19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Off nlegungsschrift**  
⑩ **DE 42 23 161 A 1**

**(51) Int. Cl.<sup>5</sup>:**  
**G 01 M 7/06**  
G 01 H 13/00  
B 60 K 28/16  
B 60 K 23/02  
// B28D 1/00, E02F  
9/00, A01D 41/12,  
43/08, B02C 23/00

**DE 42 23 161 A1**

**21** Aktenzeichen: P 42 23 161.2  
**22** Anmeldetag: 10. 7. 92  
**43** Offenlegungstag: 13. 1. 94

**71) Anmelder:** -  
Seidel, Bernd, Dr.sc.techn., O-1092 Berlin, DE; Egler,  
Ruth, O-1020 Berlin, DE

72 Erfinder:  
gleich Anmelder

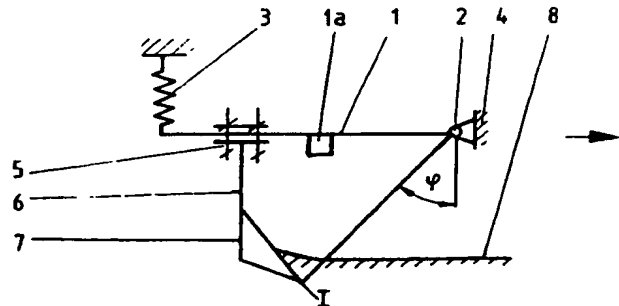
## PRIOR ART

9002

COPY

**54) Vorrichtung zur Ermittlung der Eigenschwingungen verursachenden Parameter**

57 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Ermittlung der Eigenschwingungen verursachenden Parameter. Bisher fehlten geeignete Lösungen zur Ermittlung der Konstruktions- und Betriebsparameter rotierender Arbeitsorgane sowie der Stoffparameter der Wirkpaarungskombination, bei denen entweder eine minimale oder maximale Intensität der Eigenschwingungen beobachtet wird. Die erfinderische Vorrichtung besteht gemäß Fig. 1 darin, daß die schwingungsfähigen rotierenden Arbeitsorgane 7 an einem mit einem geeigneten Zugmittel translatorisch bewegten und als Drehschwinger, bestehend aus den Teilen Schwingerrahmen 1, Drehgelenk 2, Resonanzfeder 3, mit dem Zugaggregat verbundenen Geräterahmen 4, Befestigungseinrichtung 5 und Stiel 6, oder Translationsschwinger ausgebildeten einfachen Schwinger mit einstellbarer Frequenz und Schwingungsrichtung befestigt werden. Mit dem am Schwingerrahmen 1 befestigten Schwingungsaufnehmer 1a wird die Schwingungsbewegung erfaßt.



**DE 42 23 161 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Ermittlung der Eigenschwingungen verursachenden Parameter von Maschinen und Anlagen, bei deren Einsatz diese Schwingungen entweder zu nutzen oder zu vermeiden sind.

Mit der in DD-PS 1 33 997 erläuterten Vorrichtung besteht die Möglichkeit, die Eigenfrequenzen und die durch den Schwingungswinkel  $\phi$  repräsentierte Schwingungsrichtung von translatorisch bewegten Bodenbearbeitungswerkzeugen zu ermitteln, bei denen die mittlere Amplitude des Schwingungswegs der durch Fremderregung, Parameterregung oder Selbsterregung verursachten Eigenschwingung maximal oder minimal ist. Die Schwingungsebene der Werkzeuge ist hierbei senkrecht auf der Bodenoberfläche stehend in Richtung der Translationsgeschwindigkeit orientiert. Die Messung der Intensität der Eigenschwingungen bei diesem ebenen Schwingungszustand erfolgt durch Untersuchung des zeitlichen Verlaufs des Schwingungsweges, der Schwingungsgeschwindigkeit oder der Schwingungsbeschleunigung mittels eines geeigneten am Schwingerrahmen des federnd ausgebildeten Bodenbearbeitungswerkzeuges befestigten Schwingungsaufnehmers. Die Untersuchungen sind mit einem einfachen Schwinger, der als Drehschwinger oder Translationsschwinger ausgebildet ist, durchführbar.

Die durch den Winkel  $\phi$  an einem repräsentativen Punkt I des Arbeitsorgans symbolisierte Schwingungsrichtung ist durch Änderung der Lenkerstellung der parallel zueinander angeordneten Blattfedern beim Translationsschwinger oder z. B. des Drehpunktes des Drehschwingers mit dem festpunktbildenden Geräterahmen möglich. Die Einstellung der Eigenfrequenz erfolgt z. B. durch Änderung der Federlänge der als Blattfeder ausgebildeten Resonanzfeder. Zur Ermittlung der Parameter, bei der die Wirkpaarung zwischen Arbeitsorgan und Boden maximal dämpfend wirkt, kann ein Schwingantrieb mit einstellbarer Erregerfrequenz und Erregung befestigt sein.

Diese Vorrichtung ist auch zur Ermittlung der bei translatorisch bewegten Arbeitsorganen Eigenschwingungen verursachenden Parameter auf anderen Gebieten der Nutzung oder Vermeidung von Schwingungen in der Technik einsetzbar.

Es fehlen Vorrichtungen zur Voraussage der Konstruktionsparameter von rotierenden Arbeitsorganen oder Konstruktionsteilen, bei denen die Amplitude der Eigenschwingungen entweder minimal oder maximal sind. Das gilt in der Landtechnik u. a. für Arbeitsorgane zum Dreschen von Getreide, zum Schneiden von Futter in Trommelfeldhäckslern oder zur Bodenbearbeitung mit Bodenfräsen, im Werkzeugmaschinenbau für Fräs-, Dreh- und Schleifmaschinen, in der Fahrzeugtechnik für schlupfbehafte Räder und nichtangetriebene Räder sowie für Konstruktionsteile für das Kuppeln oder Bremsen, im Bergbau für Schaufelbagger, Bohrmaschinen oder andere Gewinnungsmaschinen mit rotierenden Arbeitsorganen, in der Produktionstechnik z. B. für Kreismesser und Mühlen, in der Hüttentechnik beim Einsatz von Walzwerken und rotierenden Zerkleinerungsorganen sowie in der Konstruktionstechnik bei zur Riffelbildung neigenden Arbeitsorganen, Gleitlagern und Dichtungsorganen. Weiterhin fehlen Vorrichtungen zur Ermittlung der betreffenden Parameter von zu räumlichen Schwingungen fähigen Arbeitsorganen.

Aufgabe der Erfindung ist es, für diese genannten

Beispiele mit minimalem Aufwand die Konstruktions- und Betriebsparameter keilförmiger und rotierender Arbeitsorgane in Abhängigkeit von den Stoffparametern zu bestimmen, bei denen die Schwingungsintensität minimal oder maximal ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß an einem Drehschwinger oder Translationsschwinger

- einschneidige und keilförmige Arbeitsorgane der Fräsmaschine oder des Trommelfeldhäckslers,
- einteilige Arbeitsorgane des Dreschwerkes von Mähdreschern,
- der Drehmeißel von Drehmaschinen,
- einschneidige keilförmige Arbeitsorgane von Bohrmaschinen,
- den Kupplungs- und Bremsvorgang von Fahrzeugen imitierende Arbeitsorgane,
- rotierende Kreismesser, Schleifscheiben, walzenförmige Arbeitsorgane der Hütten- und Zerkleinerungstechnik mit drehzahlregelbarem Motor und mit den rotierenden Arbeitsorganen in Verbindung stehende Übertragungselemente,
- angetriebene und schlupfbehafte Räder mit Bremseinrichtung, Fahrtrieb zum Einstellen der Schlupfbedingungen und Haltevorrichtung für Zusatzgewichte zur Imitation der Achsenbelastung oder nichtangetriebener Räder mit analog den gleichen Einrichtungen,
- angetriebene Räder zum Nachweis der Riffelbildung, die im Kontakt mit anderen raumfest angeordneten und schlupfbehafte Rädern stehen,
- die Gehäuse oder die rotierenden Teile von Gleitlagern oder Labyrinthdichtungen oder
- plattenförmige Arbeitsorgane mit Bohrungen und dem Öffnungswinkel  $\psi$  sowie dem Plattenanstellwinkel  $\delta$  gegenüber der Horizontalen

befestigt sind. Zur Imitation unterschiedlicher Schwingungswinkel kann im Verarbeitungsgut eine Rille vorbereitet sein, in dem gänsefußförmige Arbeitsorgane einwirken. Zur Imitation des räumlich schwingenden Arbeitsorganes können die Richtungswinkel  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  und  $\alpha_3$  mit

$$1 = \sqrt{\cos^2 \alpha_1 + \cos^2 \alpha_2 + \cos^2 \alpha_3}$$

eingestellt werden, wobei sich gegenüber dem festpunktbildenden Geräterahmen eine kugelförmige Gelenkschale abstützt, die das kugelförmige Gegenstück aufnimmt, an dem der Schwinger befestigt ist. Der Stiel des Schwingers besitzt eine Befestigungsvorrichtung zur Aufnahme eines Adapters mit Arbeitsorgan. Zwischen Gelenkschale und kugelförmigem Gegenstück sind Einstellvorrichtungen befestigt. Natürlich kann auch umgekehrt das kugelförmige Gegenstück am Geräterahmen und der Schwinger an der Gelenkschale befestigt sein. Am Schwinger können auch maßstäblich verkleinerte oder vergrößerte Arbeitsorgane angeordnet sein.

Die mit der Vorrichtung einstellbare Translationsgeschwindigkeit entspricht bei den im Einsatz befindlichen rotierenden Arbeitsorganen oder Konstruktionsteilen einer Führungsgeschwindigkeit, die sich aus einer Superposition von Translations- und Rotationsgeschwindigkeit am Ort der Wirkpaarung ergibt, die die Eigenschwingung verursacht. Die Winkel  $\phi$  oder  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  und  $\alpha_3$

kennzeichnen die Lage des Vektors der maximalen Schwingungsgeschwindigkeit gegenüber dem Vektor der Führungsgeschwindigkeit, bei der die Bewegung des Arbeitsorganes in Richtung zunehmender Arbeitstiefe eingeschlossen wird.

Die Erfindung soll anhand von Ausführungsbeispielen näher beschrieben werden. Es zeigt n

Fig. 1 eine Vorrichtung zum Untersuchen rotierender keilförmiger und einschneidiger oder mehrschneidiger Arbeitsorgane,

Fig. 2 eine Vorrichtung zum Untersuchen rotierender Kreismesser, Schleifscheiben oder walzenförmiger Arbeitsorgane in der Hütten- und Zerkleinerungstechnik,

Fig. 3 eine Vorrichtung zum Untersuchen schlupfbehalteter, angetriebener und bereifter Fahrzeugräder,

Fig. 4 eine Vorrichtung zum Untersuchen von Kupplungen, Bremsen und Bohrwerkzeugen von Bohrmaschinen in der Metallbearbeitung und im Bergbau,

Fig. 5 Ansicht A zu Fig. 4,

Fig. 6 eine Vorrichtung nach Fig. 4 mit größerem Schwankungsbereich des Schwingungswinkels  $\phi$  (entspricht Ansicht C nach Fig. 7),

Fig. 7 Ansicht B zu Fig. 6,

Fig. 8 eine Vorrichtung zum Nachweis der Riffelbildung,

Fig. 9 eine Vorrichtung zum Untersuchen von Separatanordnungen,

Fig. 10 eine Vorrichtung zum Untersuchen von Gleitlagern,

Fig. 11 eine Labyrinthdichtung, gemäß Ansicht D zu Fig. 10 und

Fig. 12 eine Vorrichtung zum Untersuchen räumlich schwingender Arbeitsorgane.

Fig. 1 zeigt den Drehschwinger mit dem Schwingerrahmen 1, der sich über das Drehgelenk 2 und die Resonanzfeder 3 am festpunktbildenden und durch ein geeignetes Zugmittel translatorisch bewegten Geräterahmen 4 abstützt. Mit dem Schwingerrahmen 1 ist über die Befestigungseinrichtung 5 der Stiel 6 mit dem keilförmigen Arbeitsorgan 7 verbunden. Dieses Arbeitsorgan repräsentiert z. B. den "Zahn" eines Fräasers, das Werkzeug einer Bodenfräse oder den Meißel einer Drehmaschine.

Es wirkt auf das Verarbeitungsgut 8 ein. Am Schwingerrahmen 1 ist der Schwingungsaufnehmer 1a befestigt.

In Fig. 2 sind an dem gleichen Drehschwinger der Antriebsmotor 9 und das Drehgelenk 10 angeordnet. Am Drehgelenk 10 ist das rotierende Arbeitsorgan 11 befestigt, das über das Übertragungselement 12 mit dem Motor 9 verbunden ist. Als rotierendes Arbeitsorgan kann z. B. ein Kreismesser, eine Schleifscheibe oder ein walzenförmiges Arbeitsorgan für die Hütten- und Zerkleinerungstechnik zum Einsatz kommen.

In Fig. 3 ist an dem Drehschwinger das schlupfbehaltene und bereifte Rad 13 eines Fahrzeuges befestigt. Weiterhin ist hieran die Halteeinrichtung 14 mit Belastungsgewicht 15 befestigt. Am Geräterahmen 4 ist die Bremsvorrichtung 16 angeordnet.

In Fig. 4 ist am Drehschwinger das Arbeitsorgan 17 in Form eines keilförmigen Bohrwerkzeugs oder eines Brems- bzw. Kupplungselements befestigt. Hierbei können gemäß Fig. 5 auch Arbeitsorgane zum Einsatz kommen, die eine räumliche Belastung auf das Verarbeitungsgut hervorrufen.

Fig. 6 zeigt ein Arbeitsorgan 18 anstelle des Arbeitsorganes 17, bei dem der Schwingungswinkel  $\phi$  von  $\phi_1$  am Punkt I auf  $\phi_2$  am Punkt II ansteigt. Dazu wird die Oberfläche des Verarbeitungsgutes V-förmig vorberei-

tet. Die beiden Flügel 19 des Arbeitsorganes 18 stützen sich über die Zwischenrahmen 20 am Schwingerrahmen 1 ab.

In Fig. 8 ist analog zu Fig. 2 ein Konstruktionselement 21 zum Ermitteln der Parameter angeordnet, bei denen die Riffelbildung maximal ist. Dieses Element steht mit dem Konstruktionselement 22 im Eingriff, das den Antrieb 23 hat und das sich über die Stützen 24 und 25 am Fundament 26 abstützt.

Fig. 9 zeigt die am Schwingerrahmen 1 befestigte Platte 27 mit Bohrungen 28.

Fig. 10 zeigt das am Schwingerrahmen 1 befestigte Gehäuse 29 des Gleitlagers 29a oder der Labyrinthdichtung 30 mit dem Gleitring 31 und der Welle 32. An der Welle 32 sind die Antriebselemente 33 befestigt (Fig. 11), die über dem Übertragungselement 34 mit dem Antriebsmotor 35 verbunden sind.

Fig. 12 zeigt das Kugelschalenelement 36 und das kugelförmige Gegenstück 37, an dem der Translationschwinger 38 mit den Teilen Blattfedereinspannvorrichtung 39, Blattfedern 40 und Schwingerrahmen 41 befestigt ist. Die Teile 36 und 37 sind über die Gelenke 42 und die Stelteinrichtung 43 miteinander verbunden. In Fig. 1 bis 11 wurden Arbeitsorgane und Konstruktionselemente mit ebenem Schwingungszustand unterstellt. Diese Teile können prinzipiell mit der hier gezeigten Versuchseinrichtung zur Imitation des räumlichen Schwingungszustandes untersucht werden.

#### Verzeichnis verwendeter Bezugszeichen

- 1 Schwingerrahmen
- 1a Schwingeraufnehmer
- 2 Drehgelenk
- 3 Resonanzfeder
- 4 Geräterahmen
- 5 Befestigungseinrichtung
- 6 Stiel
- 7 Arbeitsorgan
- 8 Verarbeitungsgut
- 9 Antriebsmotor
- 10 Drehgelenk
- 11 Arbeitsorgan
- 12 Übertragungselement
- 13 Rad
- 14 Halteeinrichtung
- 15 Belastungsgewicht
- 16 Bremsvorrichtung
- 17 Arbeitsorgan
- 18 Arbeitsorgan
- 19 Flügel
- 20 Zwischenrahmen
- 21 Konstruktionselement
- 22 Konstruktionselement
- 23 Antrieb
- 24 Stütze
- 25 Stütze
- 26 Fundament
- 27 Platte
- 28 Bohrung
- 29 Gehäuse
- 29a Gleitlager
- 30 Labyrinthdichtung
- 31 Gleitring
- 32 Welle
- 33 Antriebselement
- 34 Übertragungselement
- 35 Antriebsmotor

- 36 Kugelschalenelement
- 37 Gegenstück
- 38 Translationsschwinger
- 39 Blattfedereinspannvorrichtung
- 40 Blattfeder
- 41 Schwingerrahmen
- 42 Gelenk
- 43 Stelleinrichtung

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Ermittlung der Eigenschwingungen verursachenden Parameter, die als Drehschwinger oder Translationsschwinger mit den Teilen Schwingerrahmen (1) oder (41), Drehgelenk (2), Resonanzfeder (3) mit einstellbarer Federkonstante, durch ein geeignetes Zugmittel translatorisch bewegten Geräterahmen (4), Befestigungseinrichtung (5) und Stiel (6) ausgebildet ist, deren Eigenfrequenz und Schwingungsrichtung einstellbar ist, deren Parameter der Eigenschwingungen mit Schwingungsaufnehmern (1a) und geeigneter Meß- und Auswertetechnik bewertbar ist und die zusätzlich durch eine Fremderregung verursachenden Schwingantrieb zu Eigenschwingungen angeregt werden kann, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Schwingerrahmen (1) oder (41) rotierende Arbeitsorgane (7) wie z. B. ein Drehmeißel, der Zahn eines Fräswerkzeuges für die Metallbearbeitung oder Bodenbearbeitung bzw. das Messer eines Trommelfeldhäckslers befestigt sind, daß der Schwingerrahmen (1) oder (41) an einem kugelförmigen Gegenstück (37) befestigt ist, das von einem Kugelschalenelement (36) aufgenommen wird, und daß die Teile (36) und (37) über Gelenk (42) und Stelleinrichtungen (43) miteinander verbunden sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Schwingerrahmen (1) und (41) ein Antriebsmotor (9) und ein Drehgelenk (10) befestigt sind, daß dieses Drehgelenk (10) das Arbeitsorgan als (7) ein rotierendes Arbeitsorgan (11) aufnimmt, das über ein Übertragungselement (12) mit dem Antriebsmotor (9) verbunden ist und daß als rotierendes Arbeitsorgan (11) ein Kreismesser, eine Schleifscheibe, ein walzenförmiges Arbeitsorgan der Hüttenindustrie oder der Zerkleinerungstechnik u. a. zum Einsatz kommt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß am Schwingerrahmen (1) oder (41) das Arbeitsorgan (7) als ein schlupfbehaftetes, bereiftes Rad (13) und eine Halteeinrichtung (14) mit einem Belastungsgewicht (15) befestigt sind und daß an einem festpunktbildenden Geräterahmen (4) eine Bremseinrichtung (16) befestigt ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß am Schwingerrahmen (1) oder (41) das Arbeitsorgan (7) als ein Arbeitsorgan (17) zur Simulierung der Selbsterregung beim Einsatz von Bohrwerkzeugen, Bremsen oder Kupplungen befestigt ist und daß die Arbeitsorgane im Bereich der Winkel  $\varphi_1$  bis  $\varphi_2$  zum Einsatz kommen, wobei Flügel (19) eines als Arbeitsorgan (7) ausgebildeten Arbeitsorganes (18) sich über Zwischenrahmen (20) am Schwingerrahmen (1) oder (41) abstützen.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß am Schwingerrahmen (1) oder (41) ein als Arbeitsorgan (7) rotierendes Konstruktionselement (21) zum Nachweis der Riffelbildung angeordnet ist, daß ein weiteres Konstruktionselement (22) mit Antrieb (23) angeordnet ist und daß sich dieser Antrieb (23) über Stützen (24) und (25) am Fundament (26) abstützt.
6. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß am Schwingerrahmen (1) oder (41) als Arbeitsorgan (7) eine Platte (27) mit Bohrungen (28) befestigt ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß am Schwingerrahmen (1) oder (41) als Arbeitsorgan (7) ein Gehäuse (29) eines Gleitlagers (29a) oder einer Labyrinthdichtung (30) mit einem Gleitring (31) und einer Welle (32) befestigt ist, und daß die Welle (32) über ein Antriebselement (33) und einem Übertragungselement (34) mit einem Antriebsmotor (35) verbunden ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen



Fig. 4

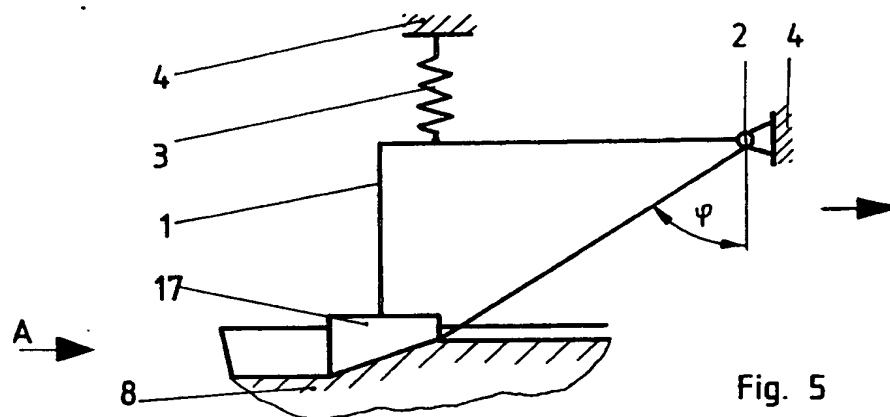


Fig. 5

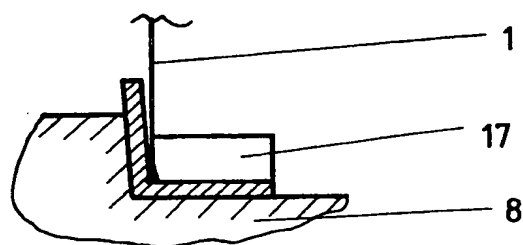


Fig. 6

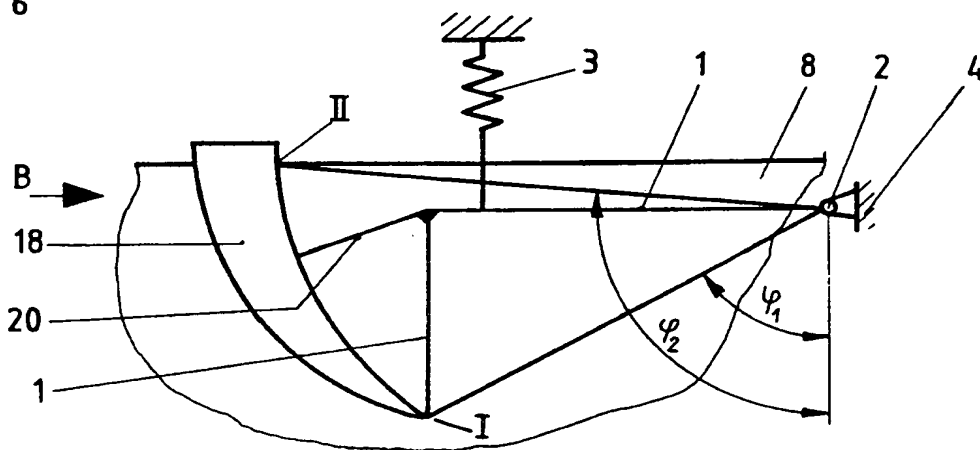


Fig. 7

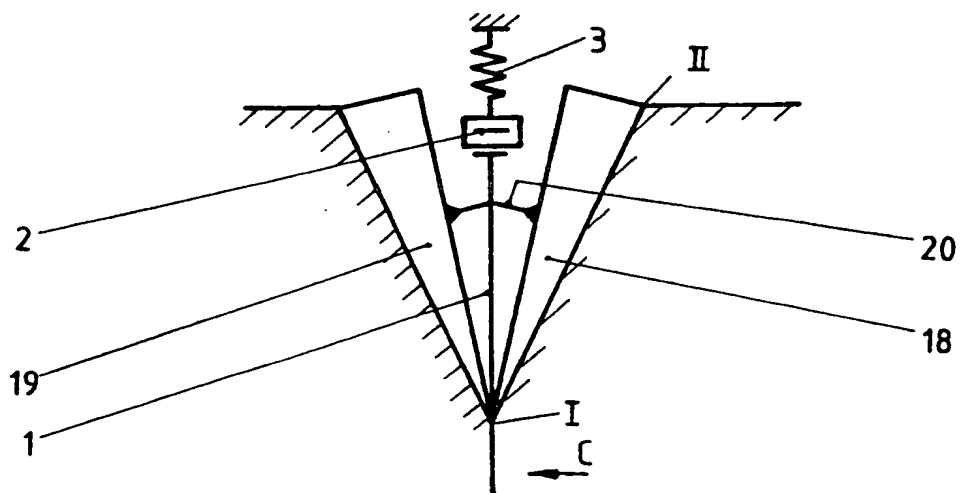


Fig. 8

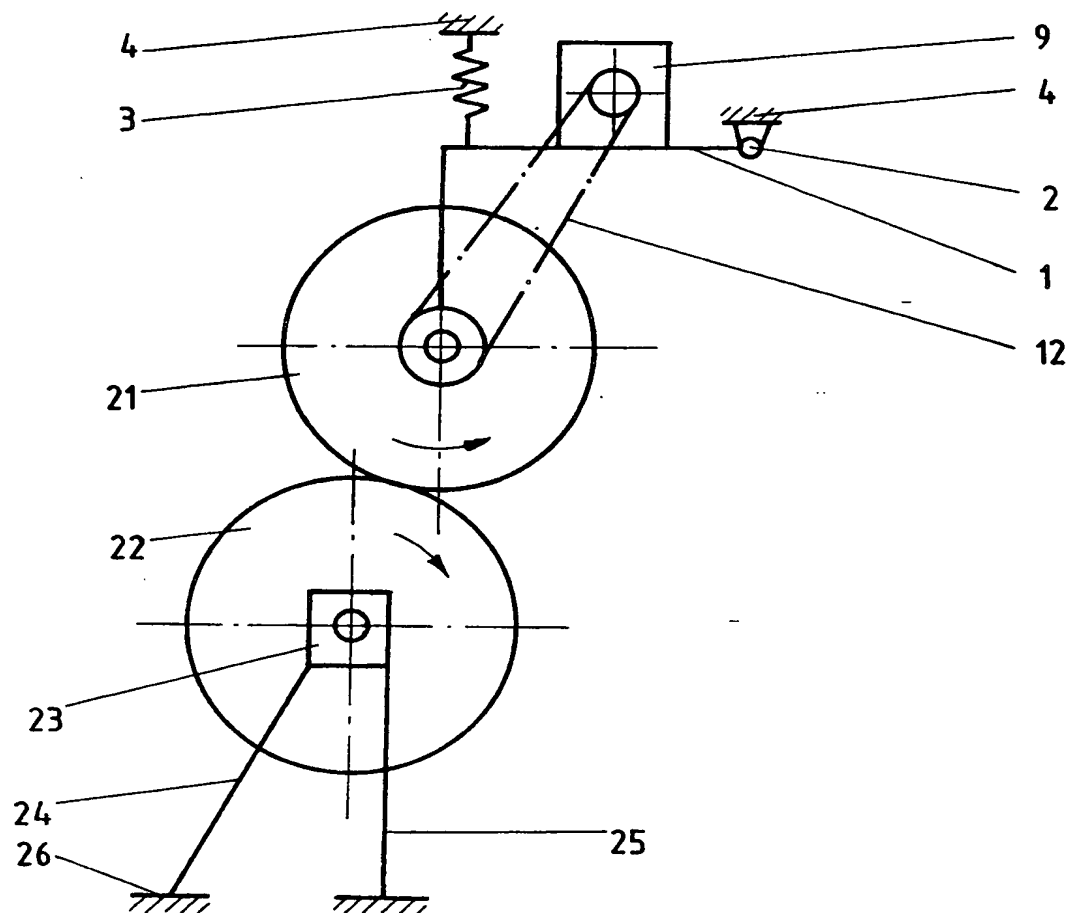


Fig. 9

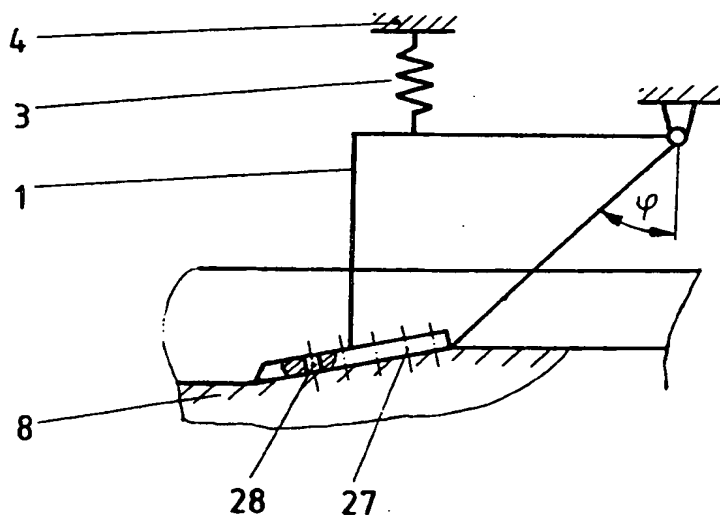


Fig. 10

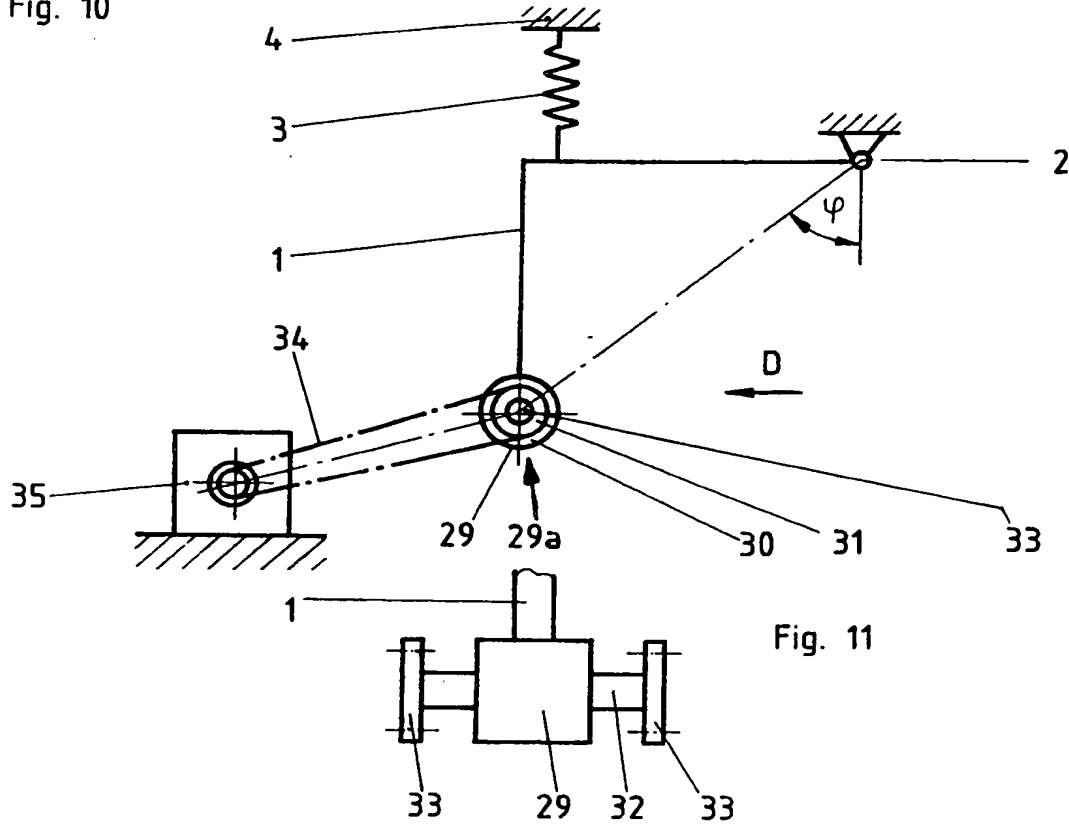


Fig. 11

Fig. 12

